

INNOVATION ET PERFORMANCES: Idées reçues, faits contemporains et instruments d'action

David Encaoua

Professeur Emérite

Université Paris I Panthéon Sorbonne

Ecole d'Economie de Paris

Congrès National de la Recherche en IUT

Corte, Juin 2013

Pourquoi s'intéresse-t-on à l'Innovation?

- Au centre de nombreuses questions et enjeux multiples en matière:
 - économique
 - de bien-être individuel et de vie en société
 - de culture, de formation professionnelle, d'enseignement et de recherche
 - de concurrence
 - de développement territorial
 - de choix publics

Notions de base

- Découverte
- Invention
- R&D
- Innovation
- Processus d'innovation et compétences
- Frontière technologique
- Comportement innovant et comportement adaptatif

Economie de la connaissance

- Economie contemporaine souvent qualifiée *économie de la connaissance*.
- Renvoie d'abord ampleur considérable poussée science et technologie (Birraux et Le Déaut, *L'innovation à l'heure des peurs et des risques*, 2012):
 - nombre de chercheurs dans le monde > 10 millions (5 millions il y a 15 ans);
 - 15 000 articles scientifiques publiés /jour, soit 4,5 millions /an ;
 - il existe, dans le monde, 110 000 revues scientifiques;
 - 1 million de brevets déposés /an (flux)
 - 7,8 millions de brevets actifs (stock), mais 1/4 d'entre eux perd toute valeur 3 mois suivant le dépôt, et moins de 1 % sont rentables;
 - dépenses de R&D > 1 000 milliards de dollars / an
- Economie de la connaissance s'appuie sur:
 - idées comme vecteurs principaux de la croissance ;
 - gains productivité dans l'emploi des facteurs plutôt que dans utilisation + intensive
 - triptyque de base: éducation \Leftrightarrow recherche \Leftrightarrow innovation
- *Amont*: écosystème formé par école, éducation, université, recherche fondamentale et appliquée, formation professionnelle, culture, infrastructures, institutions, droit du travail, droit des entreprises, etc.
- Incitations à l'innovation et instruments publics: *fiscalité, politique industrielle, pôles compétitivité, alliances, partenariats, PME et ETI, brevets*, etc.

Formes d'innovations

- Formes multiples: *matérielle* (nouveau *produit, procédé, design*), *organisationnelle* (production à flux tendu), *commerciale* (vente en ligne); *institutionnelle* (marché droit à polluer), *sociétale* (mobilisation par réseaux sociaux), etc.
- Selon Schumpeter, *entrepreneurs = agents* de l'innovation \Rightarrow cultures de l'entrepreneuriat et de l'innovation très liées. Beaucoup d'acteurs comme les régions, les universités, les IUT, l'Etat, l'Union Européenne, etc. ont un rôle crucial.
- *Sources* de l'innovation: peuvent être *internes* (laboratoires de R&D) ou *externes* (clients, fournisseurs, concurrents, université, etc.).
- Maître mot de l'innovation: *Incertitude* (technologique, financière, commerciale, sociétale)
- Innovation parfois isolée mais souvent **séquentielle (cumulative)** : maillon d'une chaîne où innovations antérieures servent à produire nouvelles innovations.
- Innovation **incrémentale** opposée à *Innovation de rupture*, i.e. comportant un *saut qualitatif suffisamment important* pour détruire l'ancien (**radicale, drastique ou générique**, Scotchmer, 2004).
- Critères de *nouveauté, d'inventivité* (nonobviousness) et *d'application industrielle* essentiels pour qu'une *invention* ou une *innovation soit brevetable*. Une *découverte* (loi de la nature) ne peut être brevetée.

Illustrations

- *Découverte* en 2004 du *graphène*, nanomatériau à base de carbone. Très faible épaisseur ($0,17 \cdot 10^{-9}$ mètre) et propriétés remarquables de solidité, plasticité et conductivité électrique. Prix Nobel de physique en 2010. Création en 2011 par IBM du 1^{er} circuit intégré en graphène: *invention d'un nouveau produit*. Mais prix élevé \Rightarrow produit non encore mis sur le marché.
- *Innovations* multiples à partir d'une même découverte scientifique : le laser et ses 224 applications brevetées: chirurgie, physique des particules, etc. (Scotchmer, 2004, Le Monde 5 juin 2013)
- *Nouveaux produits* satisfaisant aux normes d'un *standard technologique*: Wifi, système IOS ou Android pour téléphones intelligents, tablettes, liseuses, GPS, etc.
- *Innovation générique* (General Purpose Technology, GPT): impact dans plusieurs activités. Ex: Internet, etc.
- *Innovations sociétales* à partir de technologies numériques: Massive Open On line Courses (MOOC), Réseaux sociaux, Mise en ligne données publiques, etc.
- *Innovation commerciale*: achats et ventes en ligne, enchères en ligne, transport maritime par containers, etc.
- *Pratique sociale innovante*. Ex: accès à connaissances mises en ligne par volontariat et coopération (Wikipedia, Open Source)
- Pas encore *marché des inventions (marché des idées)*, mais \neq marchés pour échanges *d'innovations* (licences de brevets, cession de know-how, etc.)

Economie de l'innovation

- Recherche à ouvrir boîte noire de la technologie dans l'économie. Deux approches:
 1. *Approche classique*: rationalité des acteurs + interventions publiques pour corriger les défaillances des marchés de la connaissance (Crampes et Encaoua, Encyclopédie de l'innovation, 2003)
 - *Microéconomie*: comment les idées se transforment en innovations, aspects stratégiques des courses à l'innovation; configurations d'un brevet, spillovers, etc.
 - *Macroéconomie*: croissance endogène, formes progrès technique; emploi, etc..
 - *Gestion*: management de l'innovation; pérennité de l'activité innovante; etc..
 - *Disciplines en connexion*: Sociologie, Psychologie, Droit , etc..
 2. *Approche évolutionniste*: rationalité limitée des acteurs + dépendance par rapport à l'histoire (Amable, Encyclopédie de l'innovation, 2003)
 - *Système national d'innovation* (Nelson, 1993) = combinaison propre à chaque pays des acteurs et institutions au travers desquels se forment la nature et la direction du progrès technique dans chaque domaine. Accent sur relations à double sens entre : enseignement \Leftrightarrow recherche \Leftrightarrow innovation (triple hélice) . Un système d'innovation peut avoir une dimension nationale, régionale, sectorielle ou encore épouser les contours d'une technologie spécifique (exemples: plan calcul en France, nanotechnologies en Europe, etc.).
 - *Forte dépendance par rapport à l'histoire* .

Questions traitées et plan de l'intervention

- QUESTION 1: Peut-on extrapoler dans le futur des effets de l'innovation sur les gains de productivité, la croissance économique et l'emploi aussi importants que ceux observés par le passé?
- QUESTION 2: Quelles marges de manœuvre pour favoriser des innovations porteuses de croissance?
- Plan:
 - 1ère partie: Innovation, croissance, éducation et emploi: des relations moins évidentes que par le passé ?
 - 2ème partie: Quelles politiques pour favoriser la direction des innovations plutôt que leur rythme?

1^{ère} partie: Innovation, croissance, éducation et emploi:

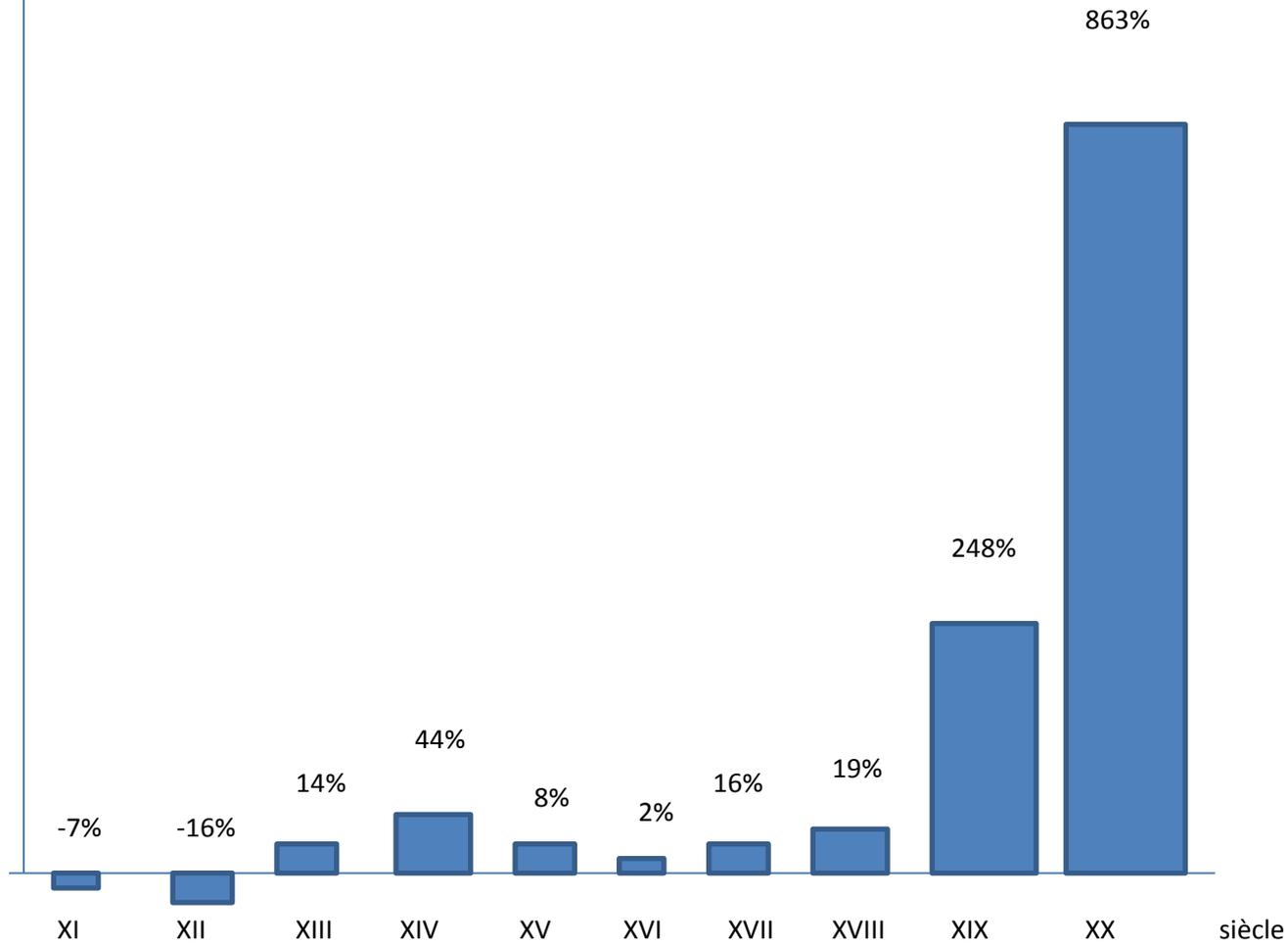
Relations moins évidentes que par le passé?

- I.1 Evolution de la croissance (niveau de vie par habitant) jusqu'au 20^{ème}
- I.2 Poursuite ou ralentissement au 21^{ème} ?
- I.3 Performances éducatives et inégalités salariales
- I.4 Innovation et emploi: différents types d'innovations

I. 1 Croissance niveau de vie

- Perspective de long terme: la croissance de la valeur ajoutée globale par habitant (indicateur de *niveau de vie*) est-elle un phénomène régulier et ancien OU un phénomène discontinu et récent? (I.1)
- Evolution du niveau de vie par siècle jusqu'au 20^{ème} siècle: une croissance quasi nulle jusqu'à la révolution industrielle, une croissance élevée au 19^{ème} siècle et une croissance explosive au 20^{ème} siècle.

I.1 Croissance du PNB réel par siècle et par habitant dans le monde (Sources: Bradford DeLong, 2000, Hal Varian, 2004)



Constat

- Jusqu'au 19^{ème} siècle, très faible croissance du PNB par habitant et par siècle. Aux 19^{ème} et surtout 20^{ème} siècles*, croissance spectaculaire en GB, en Europe et aux EU (en moyenne, plus de 1% par an au 19^{ème}, plus de 2.5% par an au 20^{ème} !).
- La **croissance intensive** (due aux gains de productivité causés par les nouvelles machines et inventions) a plus que compensé les rendements décroissants de la **croissance extensive** (due à l'accroissement des facteurs de production).
- Explication de Solow (1957) : **Progrès technique** = part de la croissance inexpliquée par travail et capital = mesure de notre ignorance = résidu in estimation fonction de production Cobb-Douglas, période 1909-1949 où le produit par heure travaillée a été doublé aux EU.
- L'ignorance a été largement levée depuis Solow: **progrès technique endogène, déplacement ↑ frontière production.**

Pourquoi une telle discontinu in croissance du niveau de vie?

- Joel Mokyr (*The Gifts of Athena*, 2000) distingue deux **types de connaissances**:
 - celles qui expriment des savoir-faire et des prescriptions techniques (connaissance "**prescriptive**") applicables à divers domaines et actions relevant de l'activité productive. Explications de type: "comment ça marche ? " prévalent jusqu'à fin du 18^{ème}.
 - celles qui établissent des lois, des principes et propositions générales (connaissance "**propositionnelle**"), ancêtres de la science moderne, prévalent depuis le 19^{ème} : observation, test d'hypothèses, classement et mesure des phénomènes : explications de type "**pourquoi et comment ça marche?** ".
- Même si connaissance possède propriété d'être "**non rivale**" (l'utilisation individuelle d'une connaissance ne réduit pas l'utilisation par d'autres), il n'en demeure pas moins que ce qui compte dans la **connaissance en tant que facteur de la croissance économique**, c'est son caractère **collectif** et **cumulatif** et non son caractère individuel. La connaissance fait intervenir *l'intelligence collective et la capacité à partager et à anticiper*. La manière dont l'intelligence est produite, protégée, codifiée, partagée et diffusée est ainsi cruciale.
- Les degrés de codification et d'organisation sociale, le coût et le contrôle de l'accès aux contenus ont varié au cours du temps. Pour illustrer, la société impériale de la Chine ou la société aristocratique de l'Europe de la Renaissance n'ont pu constituer des cadres favorables à l'expansion et la diffusion de masse des connaissances , même si un très grand nombre d'inventions et de savoir-faire importants y ont vu le jour (Encaoua, Interactions Science-Technologie, *RFE*, 2012).

Technique et technologie

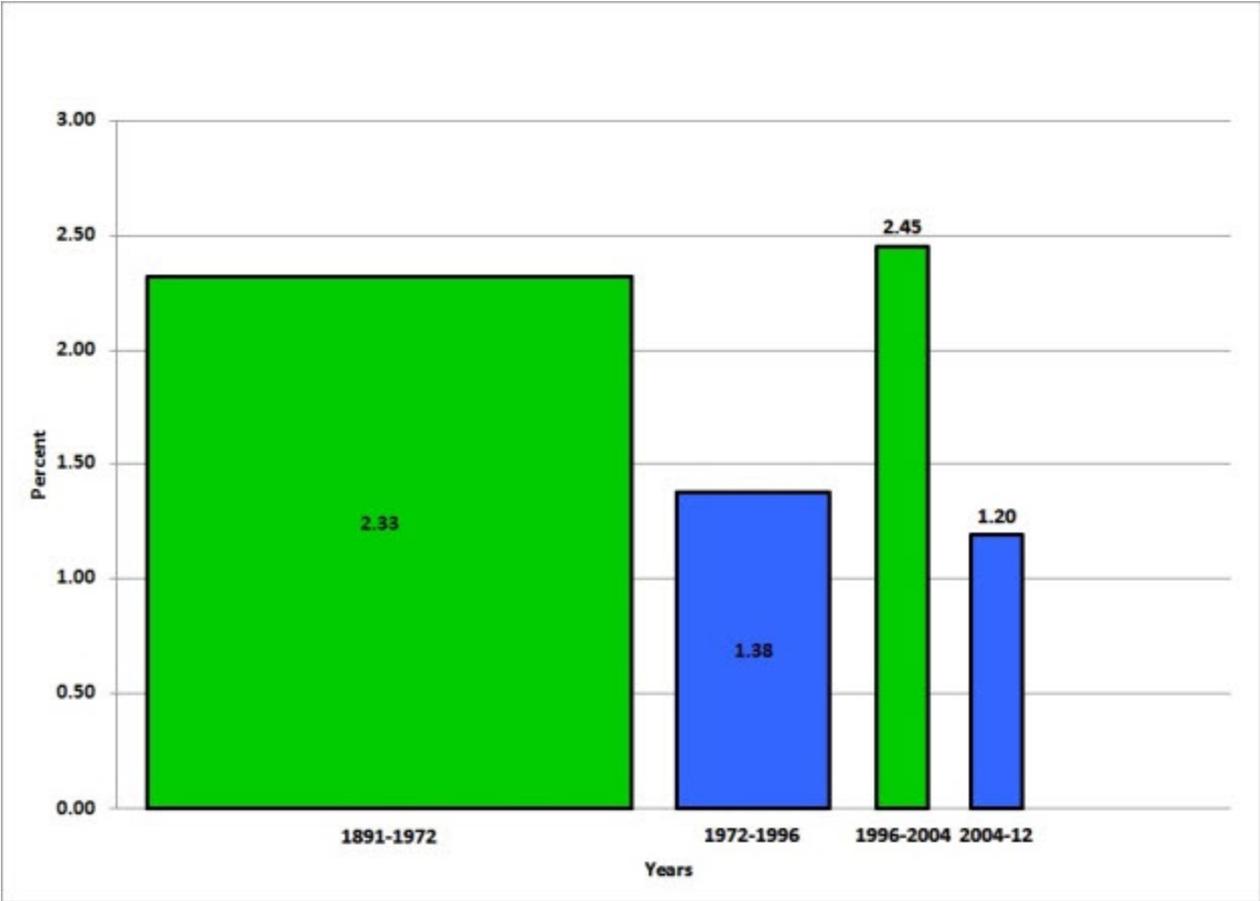
- Hypothèse de Mokyr : discontinuité de croissance du niveau de vie à partir de la fin du 18^{ème} siècle, due à **imbrication nouvelle et étroite entre science et technologie**: *coévolution maîtrisée des systèmes scientifique et technologique*, instaurée à partir de la 1^{ère} révolution industrielle. *La technologie représente l'explicitation codifiée des nouvelles façons de faire*. Une fois cette codification maîtrisée, la technologie crée des changements durables, que les cultures nationales perpétuent. Exemple: Instituts *Fraunhofer* en Allemagne publient aujourd'hui encore un **Guide Technologique** explicitant les *Principes, Applications et Tendances* dans les grands domaines technologiques. Les nouvelles technologies s'incorporent ainsi au capital physique ou/et humain, ce qui permet à l'économie de **produire plus de valeur avec moins d'input**. Selon philosophe Whitehead (*Science and the Modern World*, 1925), la grande aventure du XIX^{ème} siècle a été l'invention de la "*méthode pour inventer*". C'est de là que résulterait **le passage d'un état des connaissances gouverné par la technique à un état des connaissances gouverné par la technologie**.
- Autre hypothèse expliquant discontinuité : Douglas North (*Structure and change in Economic History*, 1981). Ce serait la **propriété intellectuelle**, née avec la révolution industrielle, qui aurait permis l'essor des inventions en donnant aux inventeurs les moyens de s'approprier les fruits de leur effort.

I.2 Poursuite ou ralentissement du rythme des gains de productivité au 21^{ème} siècle?

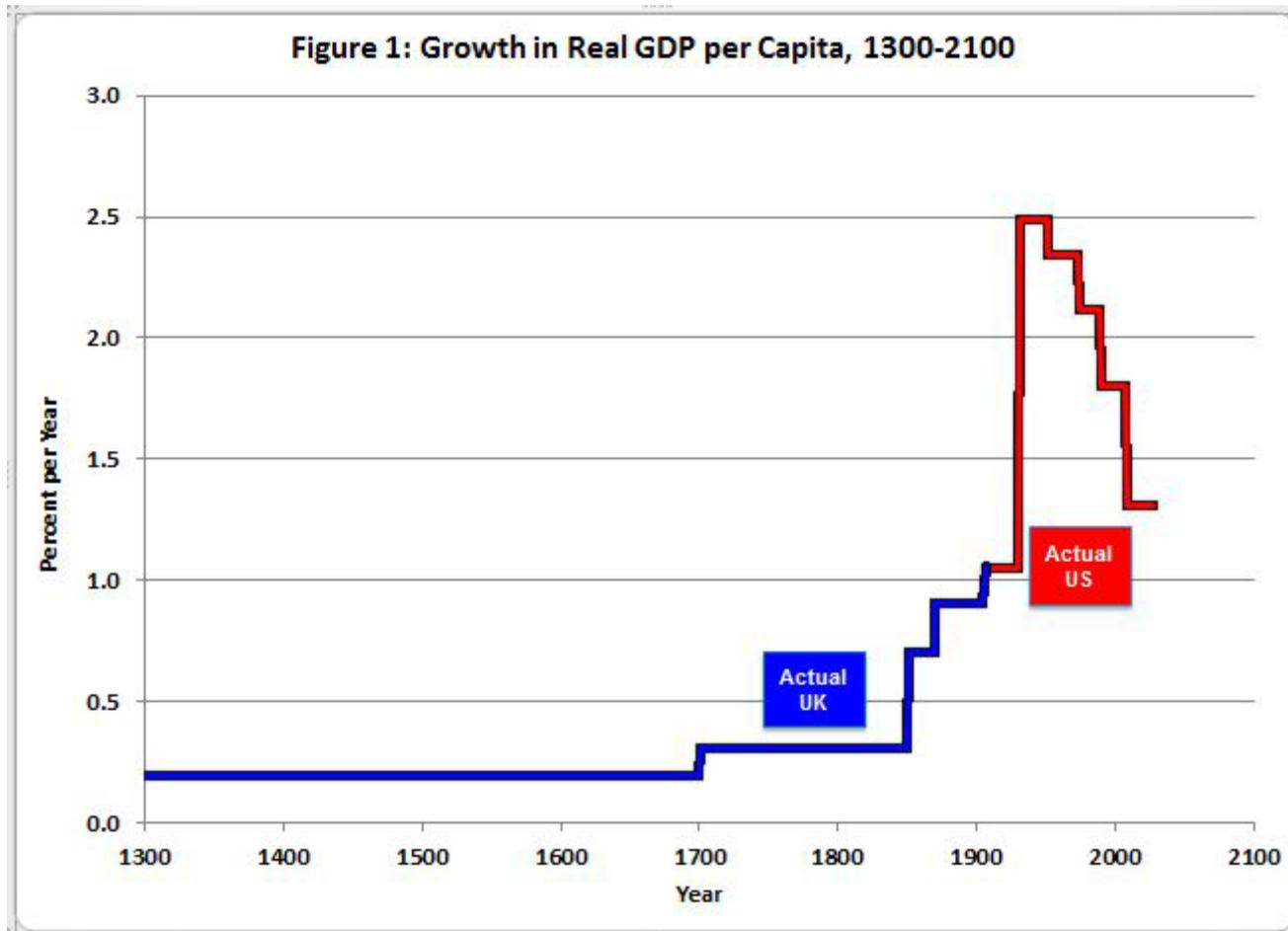
- Certains économistes, sceptiques sur possibilité contemporaine de poursuivre les gains de productivité et de niveau de vie au même rythme que par le passé (Robert Gordon, *Is US Economic Growth Over?*, NBER, 2012).
- Remarque: un ralentissement des gains de productivité peut avoir de graves conséquences. Pour illustrer, entre 1891 et 2007, taux de croissance annuel moyen du PNB par habitant (Y/N) de l'économie américaine a été de 2%. Ce taux permet un doublement du niveau de vie par habitant en 35 ans. *Si le taux de croissance n'était plus que de 1%, doublement du niveau de vie requiert + de 100 ans!*
- Les statistiques américaines contemporaines conduisent à accorder une certaine crédibilité à la thèse du ralentissement des gains de productivité.

Taux de croissance productivité travail E-U

Source: Gordon, Is Us Economy Growth Over?



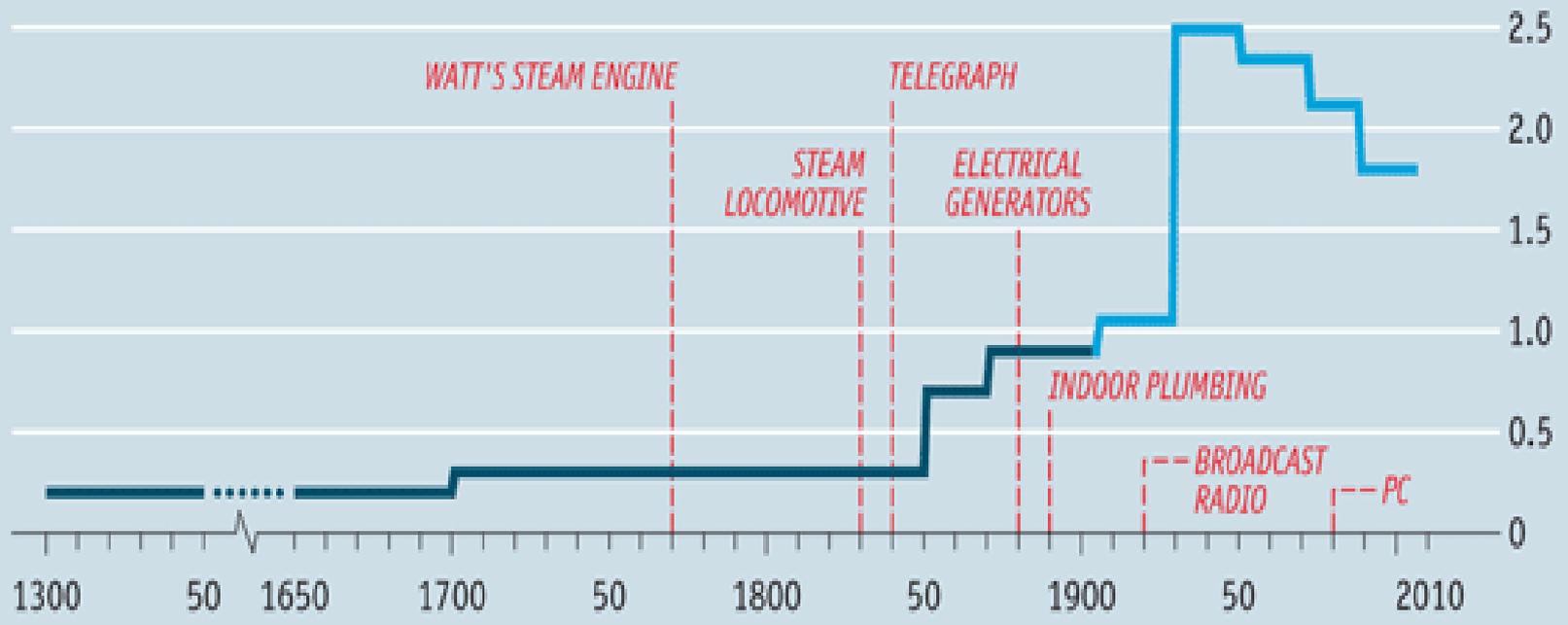
Niveau de vie: renversement de tendance? (I.2)



One big wave

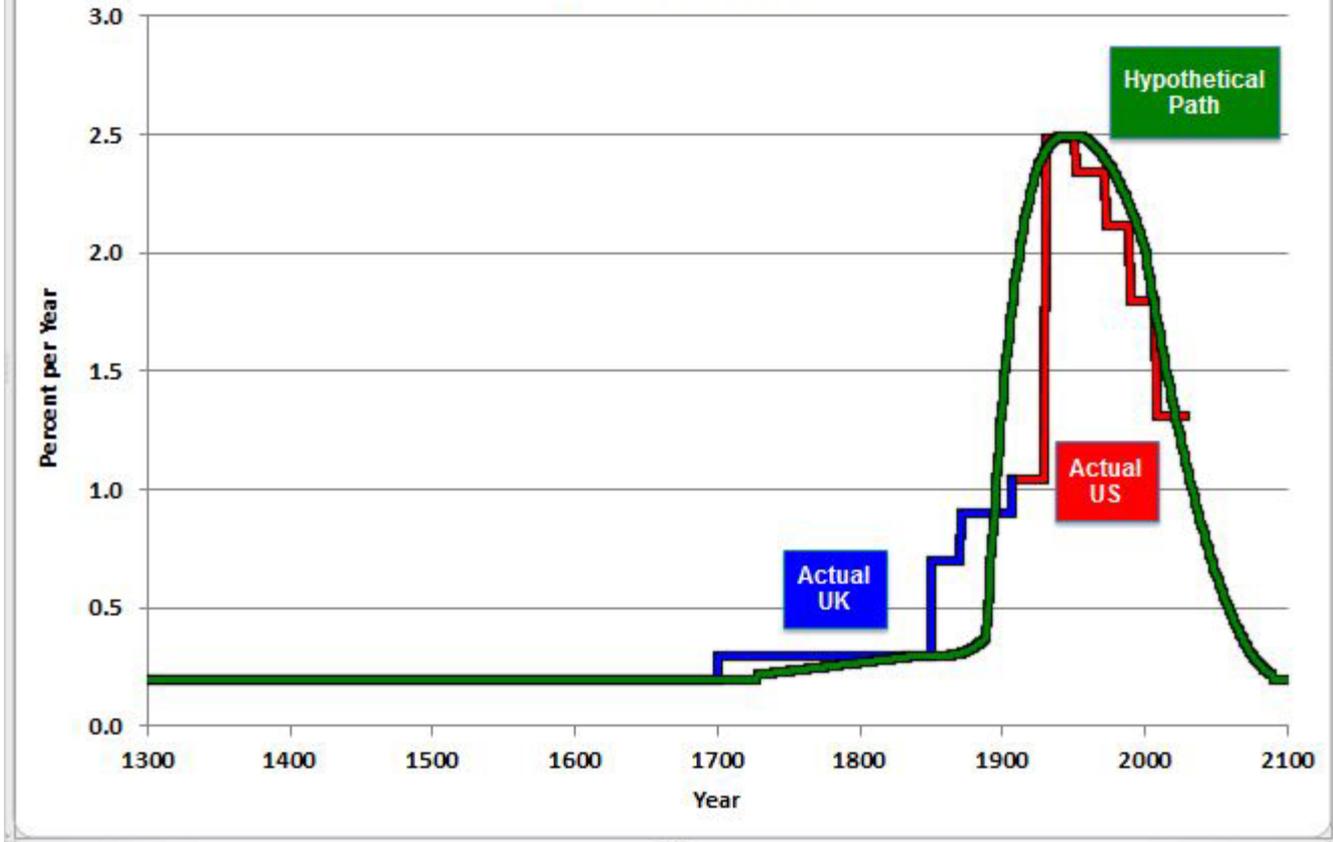
GDP per person, % increase on previous year

— Britain — United States



Sources: "Is US Economic Growth Over?", by Robert Gordon, NBER Working Paper, 2012; *The Economist*

Figure 2: Growth in Real GDP per Capita, 1300-2100, with Actual and Hypothetical Paths



Pourquoi ce renversement de tendance?

- Selon Robert Gordon, les deux siècles passés de croissance économique ont été le siège d'une *vague exceptionnelle d'innovations* conduisant à des gains de productivité de plus de 2% par an.
- Exceptionnelle, car beaucoup d'innovations passées ont amélioré profondément à la fois la *productivité du travail* ET les conditions de *vie courante des citoyens*. La maîtrise de l'électricité a conduit à l'ascenseur, aux machines outils, aux appareils ménagers, à l'air conditionné, etc. Le moteur à explosion a conduit au passage de la traction animale à la traction motrice. La communication et la culture ont été révolutionnées par le téléphone, la radio, la TV. Enfin, le confort domestique a été apporté par l'eau courante, le tout à l'égout, les sanitaires à domicile, le chauffage, etc. Les effets se sont propagés à l'ensemble de l'économie sur plus d'un siècle, mais sont à présent épuisés dans les pays développés. Les innovations de la 3^{ème} révolution industrielle (*ordinateur, informatique, numérique*) ont permis le maintien de la croissance du niveau de vie à 2%, tout comme l'essor des applications commerciales de l'Internet, mais seulement jusqu'au milieu des années 2000.
- Depuis 2005-2007, innovations essentiellement **incrémentales** (miniaturisation supports et amélioration performances techniques) n'ont apparemment pas affecté aussi profondément productivité du travail qu'innovations antérieures.

Renversement de tendance?

- Renversement de tendance s'expliquerait par au moins deux raisons:
1/ innovations plus incrémentales que de rupture,
2/offre insuffisante de travail qualifié.
- Retour sur 1/. Question: **Innovations de rupture contemporaines** permettent-elles d'entrevoir une évolution moins pessimiste que celle avancée par Gordon?
- McKinsey Global Institute: "*Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*" (2013). A partir de 100 technologies de "rupture", recherche des 12 premières selon 4 critères:
1/ vitesse de diffusion de la technologie; 2/ étendue des applications; 3/ valeur économique attendue; 4/ niveau de rupture de la technologie.
- Evaluation délicate des effets de ces technologies sur gains de productivité: 1/ certaines connaissent déjà de forts développements, tandis que d'autres émergent à peine; 2/ effets indirects difficiles à anticiper.

Innovations de rupture

1. *Internet mobile*. Performances contemporaines d'un téléphone mobile similaires à celles du plus puissant ordinateur de 1975 à un prix divisé par plus de 10^4 . Ventes multipliées par 6 depuis 2007. Potentiel croissance élevé: plus de $4 \cdot 10^9$ nouveaux individus dans le monde restent à connecter! Effets dans tous secteurs.
2. *Automatisation des tâches cognitives*. Assistants personnels intelligents pour accomplissement automatique tâches cognitives nécessitant auparavant intervention humaine (*Siri, Google Now*). Performances en expansion*. Accroissement attendu de $400 \cdot 10^6$ nouveaux utilisateurs d'ici à 2020. Importantes économies en coûts du travail. Effets dans secteurs intensifs en travail qualifié.
3. *Internet des objets*. Systèmes identification électronique normalisés et unifiés (*capteurs et actionneurs*), avec dispositifs mobiles sans fil reliant \neq machines entre elles. Permet de connecter entités numériques et objets physiques et de récupérer, stocker, transférer et traiter les données s'y rattachant (industrie manufacturière, soins de santé, data mining). Accroissement attendu de 300% en 2020. Baisse attendue du prix des capteurs et actionneurs de 80%. Secteurs affectés: santé, data mining, etc.
4. *Cloud*: Ressources informatiques collectives (hardware et software) disponibles sur Internet et utilisables par chacun. Evitent achat serveurs individuels : location plutôt qu'achat. Bénéfice: doublement performances d'un serveur en 18 mois. Coût de l'informatique divisé par 3. Secteurs d'utilisation: PME, ETI.

Innovations de rupture (suite)

5. *Robotique avancée*: Robots dotés de capacités élevées: sensibilité, toucher, habileté et intelligence pour réalisation automatique tâches améliorant capacités humaines. De 2009 à 2011, baisse 80% prix robot Baxter (*Rethink Robotics*) et ventes accrues (170 %). Secteurs concernés: Chirurgie, assemblage, nettoyage .
6. *Véhicules autonomes*: Conduite automatique. Sécurité accrue car plus de 400 000 kms parcourus dans voitures autonomes avec seulement 1 accident à ce jour. Secteurs visés: voitures, camions, avions, etc.
7. *Génomique*: Séquençage du génome individuel rapide et peu coûteux, génomique personnalisée, réseaux de patients, dispositifs individuels de mesure ou d'autodiagnostic. Secteur: santé
8. *Stockage de l'énergie*: batteries de voiture
9. *Imprimante 3D*: vise à remplacer production de masse par production sur mesure
10. *Matériaux avancés*: nanomatériaux, graphène
11. *Exploration pétrolière et gazière*: gaz de schiste
12. *Energies renouvelables*: éolien, solaire, photovoltaïque, etc.

Appréciation globale

- Arguments mitigés: certaines innovations de rupture semblent à la fois porteuses de *gains de productivité du travail* et satisfaire des *besoins naturellement exprimés par la société* (santé) mais d'autres, dont on fait grand cas aujourd'hui, ne semblent pas satisfaire ces deux critères, même si elles sont ou seront à l'origine de *transformations technologiques importantes*. **Confiance des citoyens progrès technique, tout autant que le progrès lui-même, sont des rudiments essentiels à la croissance économique et à la création de nouveaux emplois.**
- Ces remarques veulent mettre l'accent sur dimension insuffisamment explorée de l'innovation. Pour qu'elle soit source de croissance, une technologie doit être perçue comme apportant un plus en termes de bien être individuel et collectif plutôt que d'exiger des citoyens une adaptation permanente à des changements sans fin qui résultent de processus technologiques sur lesquels les citoyens n'ont pas d'emprise réelle.
- Exemple d'une innovation organisationnelle dont on peut anticiper un impact considérable: nouvelle forme d'organisation du *travail à domicile* qui n'exigerait plus du travailleur une mobilité de son lieu de résidence à son lieu de travail, plutôt qu'exiger poursuite du travail dans la mobilité?

A la recherche du paradis perdu?

- Débat important (*The Economist*, 12-18 Janvier 2013).



I.3 Performances éducatives et inégalités salariales

- Deuxième argument pour expliquer ralentissement du niveau de vie: **insuffisance de l'offre de travail qualifié**, résultant d'un ralentissement des performances éducatives ("*educational slowdown*").
- Goldin et Katz (*The race between education and technology*, 2012) montrent que l'insuffisance de l'offre de travail qualifié, a constitué un frein à la croissance économique. **L'ajustement de la demande de travail qualifié à l'offre s'est opéré par un prix plus élevé du travail qualifié et une forte croissance des inégalités salariales durant les 25 dernières années, plutôt que par des gains de productivité.**
- "*Economic growth and inequality are the outcomes of the . . . ongoing and relentless race between technology and education. As technological change races forward, demands for skills---some new and some old---are altered. If the workforce can rapidly make the adjustment, then economic growth is enhanced without greatly exacerbating inequality of economic outcomes. If, on the other hand, the skills that are currently demanded are produced slowly and if the workforce is less flexible in its skill set, then growth is slowed and inequality widens. Those who can make the adjustments as well as those who gain the new skills are rewarded. Others are left behind*".

I.4 Innovation et emploi

- Influence des innovations sur l'emploi: question ardue.
- Clayton Christensen, professeur à Harvard Business School, propose de distinguer trois types d'innovations pour analyser les effets sur l'emploi.
- 1^{er} type: **innovations d'autonomisation** (*empowering innovations*). Leur effet est de donner plus d'autonomie à leurs utilisateurs et de transformer des produits complexes et chers, réservés à une minorité d'acheteurs, en des produits simples, bon marché et intéressant un très grand nombre d'agents. Exemples: Ford T, radio à transistors, TV, ordinateur personnel, ordinateur portable, etc. Ces **innovations sont socialement acceptées** car elles apportent un plus dans le bien être individuel et collectif. De ce fait, elles génèrent une demande élevée.
- Elles induisent des investissements en capital pour accroître les capacités de production et, pour peu que l'environnement économique soit favorable, elles induisent la création de nouveaux emplois.
- Exemple contemporain d'innovation de ce type: machines et technologies d'extrusion qui permettent de produire aussi bien des céréales petit-déjeuner que du papier journal (entreprise Clextral en France).

Suite (2)

- **2^{ème} type: innovations de maintien** (*sustaining innovations*). Leur effet est de *remplacer des produits ou modèles anciens* par de *nouveaux produits ou modèles* incorporant des *améliorations techniques* et des *nouveautés*. Lorsqu'elles portent sur des biens durables, ces innovations ne créent pas une nouvelle demande, mais renouvellent simplement une demande antérieure. Exemple: voitures hybrides se substituent à voitures utilisant essence ou diesel. Même si renouvellement parc automobile, le marché reste au mieux inchangé dans pays développés.
- Principal effet: Meilleur rapport *qualité - prix* (logique de *différenciation verticale* du fait concurrence par la qualité). Les consommateurs en bénéficient sur le plan du bien être individuel mais des emplois nouveaux ne sont pas nécessairement créés car il y a simplement substitution de la demande finale.
- Ces **innovations**, vraisemblablement les plus fréquentes dans les économies contemporaines, sont au mieux ***neutres du point de vue de l'emploi***. Elles parviennent à maintenir les emplois sans en créer directement de nouveaux.

Suite (3)

- **3^{ème} type: innovations de rationalisation** (*efficiency innovations*). Innovations de *procédé* ayant pour objectif de réduire les coûts de production et de distribution des produits et services existants. *Exemples*: production juste à temps évite coûts de stockage, robotisation, etc.
- Généralement, ces **innovations** résultent de la pression concurrentielle émanant d'autres entreprises qui innovent elles-mêmes ou d'entreprises étrangères bénéficiant de faibles coûts du travail. Elles répondent à l'impératif Darwinien: **innover pour survivre**. Ces innovations ont généralement pour effet de **réduire l'emploi direct**. L'effet indirect sur l'emploi est plus incertain.
- Au total, quel effet global des trois types d'innovations sur emploi total? Question très difficile: il faut tenir compte des effets indirects et pas seulement des effets directs. De plus, à tout instant, combinaison à des degrés divers des trois types d'innovations ce qui fait que l'impact sur l'emploi global n'est pas évident.

Cycles et innovations

- Tant que les *innovations d'autonomisation*, fondamentales pour la croissance et l'emploi, créent davantage d'emplois que les *innovations de rationalisation* n'en détruisent, et tant que le capital libéré par les innovations de rationalisation est réinvesti dans des innovations d'autonomisation, l'emploi global progresse. Dans ce cas, tout se passe comme s'il existe des forces ré-équilibrantes qui remettent les cycles en marche. L'économie américaine a longtemps opéré de la sorte, mais cela ne semble plus être le cas à présent.
- Entre 1948 et 1981, les phases de récession et la baisse de l'emploi qui en ont résulté ont duré à peu près 6 mois avant de retrouver des niveaux analogues à ceux atteints avant la récession. Les phases de récession plus récentes ont été beaucoup plus longues. La récession américaine de 1990 a duré 15 mois avant de retrouver le niveau d'activité antérieur. La récession de 2001 a duré encore plus longtemps: 39 mois! Quand à la récession actuelle qui dure depuis 2008 (60 mois), il n'est pas sur quand et comment l'économie américaine va la surmonter.
- Pourquoi les forces ré-équilibrantes ne jouent-elles plus leur rôle ou au mieux mettent beaucoup plus de temps pour y parvenir?

Rentabilité financière et innovations

- Les capitaux libérés par innovations de rationalisation se réinvestissent dans de nouvelles innovations de rationalisation plutôt que dans innovations d'autonomisation. Ce qui entraîne moins d'innovations du type de celles qui promeuvent l'emploi.
- Pourquoi ? Durant les années 30 jusqu'aux années 60, la ressource la plus rare dans l'économie étant le capital, son utilisation devait être la plus efficace possible. De ce fait, l'indicateur retenu pour mesurer l'efficacité d'un investissement en R&D n'était pas le volume actualisé des profits générés, mais plutôt le rendement du capital, i.e. le TRI: taux de rentabilité interne des actifs utilisés.
- L'accroissement du TRI peut se faire de deux manières:
 - en accroissant le numérateur (profits courants); réduire l'horizon temporel de l'investissement en réclamant des retours sur investissement qui soutiennent des programmes proches du marché.
 - en abaissant le dénominateur (actifs utilisés): réduire volume d'actifs utilisés (dont dépenses R&D) ou sous traiter des activités
- *Plutôt que d'investir dans des innovations d'autonomisation qui ne deviennent rentables qu'au bout de plusieurs années, les investisseurs obtiennent un TRI plus élevé en investissant dans des innovations de maintien ou de rationalisation, dans la mesure où leur rentabilité est plus immédiate.*

Peut-on réorienter la direction des innovations?

- Si l'utilisation privilégiée du taux de rendement du capital est justifiée en présence d'un diagnostic de rareté du capital (ce qui était vrai jusqu'aux années 60), le diagnostic n'est plus le même aujourd'hui. La ressource rare est plutôt le travail qualifié. Continuer de mesurer la performance des investissements en R&D par le taux de rentabilité du capital investi est erroné car cela empêche d'investir en innovations d'autonomisation, dont l'économie a besoin pour réduire le chômage et rendre plus crédibles les perspectives de croissance.
- *"I feel management is sometimes like grazing nomadic animals looking constantly for fresher grass, impatient for the green shoots that are appearing from their sporadic grazing. They have no patience for lasting cultivation"* (Paul Hobcraft, *Innovation Excellence*, Our culture governs the greatness of innovation efforts, mai 2013)
- Les investissements publics devraient donc s'orienter davantage vers la recherche fondamentale et l'enseignement et les investissements privés se diriger vers des recherches appliquées de plus long terme et consacrer plus d'efforts à assurer des formations professionnelles adaptées à leurs besoins. De plus, la direction des innovations devrait être en faveur de celles qui participent à accroître le bien être individuel et collectif et non pas seulement des innovations de très haute technologie, comme cela a été et est encore le cas en France.

Résumé 1^{ère} partie

- Pour résumer, il conviendrait
 - de poursuivre les investissements publics en recherche fondamentale pour permettre à la science d'être suffisamment créative et d'élargir le champ des applications innovantes,
 - de confier aux entreprises et aux instituts spécialisés le soin de financer les cycles de formation professionnelle et de formation continue pour disposer du travail qualifié dont les innovateurs ont besoin,
 - d'encourager l'épargne longue, notamment par le biais de la fiscalité, pour favoriser le financement privé des investissements en R&D conduisant à des innovations d'autonomisation dont la durée de récupération du capital est longue,
 - de consacrer une partie des fonds publics aux innovations qui ont un réel impact sur le bien être et la vie quotidienne des citoyens. Par la confiance qu'ils génèrent, les investissements d'autonomisation induisent une croissance plus élevée que celle des innovations de maintien ou de rationalisation.

2^{ème} partie: Quelles politiques pour favoriser la direction des innovations plutôt que leur rythme?

- Peut-on favoriser des innovations qui créent des emplois au détriment de celles qui en détruisent? Question d'autant plus difficile que le diagnostic n'est pas partagé: l'innovation est recherchée et proclamée partout, quelle qu'en soit la nature et quels qu'en soient les effets! Une première liste d'actions souhaitables a été suggérée dans le dernier transparent.
- La 2^{ème} partie de cet exposé, plus centrée sur la France et l'Union Européenne, explore d'autres pistes d'action : redonner à l'industrie la prééminence perdue, faire du développement territorial une priorité, faire jouer l'effet de levier au niveau communautaire, investir dans des innovations qui répondent à des besoins sociaux.
- **Plan de la 2^{ème} partie:**
 - 1. Orientations des interventions publiques en France**
 - 1.1 Vers une nouvelle politique industrielle
 - 1.2 Développement territorial et décloisonnement des acteurs: l'exemple des pôles de compétitivité
 - 2. Renouveau des politiques d'innovation en Europe: les défis sociétaux**

1.1 Vers une nouvelle politique industrielle en France

- Déclin industrie en France bien connu: part de l'industrie (hors construction) dans VA totale, passée de 18 % en 2000, à 12,5 %, en 2011. 15^e position en Europe, derrière Italie (18,6 %), Suède (21,2%), Allemagne (26,2 %). Diverses explications, dont les deux suivantes:
 1. Choix politique: focalisation sur quelques secteurs où la France dispose de champions nationaux et abandon progressif de branches industrielles où l'innovation est le fait d'entreprises de faible taille (ex: machine-outil). Fondée sur croyance qu'il est plus efficace de ne produire en France que des produits de haute technologie ou de grand luxe et de laisser industries traditionnelles se délocaliser dans les pays à bas coûts salariaux ou disparaître.
 2. Tissu des PME et des ETI n'a pas reçu des pouvoirs publics une aide aussi importante que celle obtenue par groupes industriels (grands programmes technologiques) ⇒ croissance faible de ces acteurs industriels importants pour l'innovation.
- Deux réactions: défensive et offensive

Réaction défensive: critiquer et amender la politique communautaire de la concurrence

- La politique communautaire de la concurrence aurait pris le pas, depuis la construction du marché unique, sur toutes les autres politiques communautaires (Encaoua – Guesnerie, *Politiques de la concurrence*, 2006). En particulier , cohérence de la politique en matière des aides d'Etat fortement critiquée.
- Pour illustrer, rapport Gallois (2013): "*La politique de la concurrence de la Commission souffre de deux faiblesses : d'une part, elle intègre mal la dimension de la compétition mondiale à laquelle l'industrie européenne est confrontée et **donne la priorité au consommateur par rapport au producteur** ; d'autre part, les décisions relatives à la concurrence (aides d'État ou concentrations) ne peuvent être remises en cause que devant la Cour de Justice Européenne ; elles sont donc très largement fondées sur des **critères juridiques** et prennent mal en compte la **dimension économique**, la taille du marché pertinent, les dynamiques des secteurs à moyen terme, les effets d'échelle ou les régimes d'aide dont bénéficient les concurrents*".
- Le rapport recommande entre autres que "*la politique de la concurrence soit mise au service de l'industrie européenne et de sa compétitivité et que toutes les décisions concernant la concurrence soient accompagnées d'un avis public d'experts économiques et industriels, extérieurs à la Commission, qui permettrait à la Commission de la conduire à mieux intégrer l'économie réelle dans ses décisions*".*

Politiques industrielles traditionnelles

- En France, les politiques industrielles ont pris historiquement trois formes:
 - grands programmes technologiques pilotés et financés par l'Etat (spatial, aéronautique, plan calcul, télécommunications, nucléaire, etc.),
 - nationalisations (1981)
 - agence de financement de projets innovants , dont l'expérience reste assez courte (Agence de l'Innovation Industrielle, 2005-2008).
- Critiques bien connues de ces trois formes de politique industrielle :
 - Choix publics ex ante parfois désastreux ex post (ex: Concorde, plan calcul)
 - Nationalisations coûteuses, ne correspondent pas à l'environnement international; de plus, finances publiques contraintes
 - Effets d'aubaine: investissements auraient été réalisés sans subventions
- Implications: Mauvaise spécialisation industrielle
 - forte présence secteurs haute technologie où demande émane d'autres Etats et relative absence des secteurs technologiques (dont TIC) où demande finale émane de consommateurs (marché),
 - choix du moyen de gamme dans les biens durables et de consommation où la concurrence est la plus forte car le rapport qualité/prix domine, relative absence dans le haut de gamme,
 - Asymétrie forte: beaucoup de PME et peu de grands groupes MAIS barrières à la croissance des PME face aux grands donneurs d'ordre (filières).

Réaction offensive: nouvelle politique industrielle

- Louis Gallois, Commissaire Général Investissement, *Pacte pour la compétitivité de l'industrie française (2013)*:
 - *Montée en gamme*
 - *Faire croître le nombre d'ETI*
 - *Renforcer solidarité des filières industrielles*
 - *Développer les solidarités territoriales (2)*
 - *Assurer une formation répondant aux besoins de l'industrie*
 - *Assurer un financement durable pour l'industrie (CGI)*
 - *S'insérer dans la nouvelle politique industrielle européenne*
 - *Construire les conditions d'un nouveau pacte social*

2. Développer solidarités territoriales: pôles de compétitivité et instituts de recherche technologique

- Programme d'Investissements d'Avenir (PIA) doté de 30 milliards d'euros sur 5 ans pour 5 priorités stratégiques :
 - enseignement supérieur et formation (11 milliards d'euros) ;
 - recherche (7,9 milliards d'euros) ;
 - relations interentreprises, filières industrielles et PME (6,5 milliards d'euros);
 - développement durable (5,1 milliards d'euros) ;
 - société numérique (4,5 milliards d'euros).
- Le PIA cherche à faire émerger en France un *écosystème local* d'innovation et de croissance au travers de plusieurs instruments, dont: **Pôles de Compétitivité** (PC) et **Instituts de Recherche Technologique** (IRT) adossés à un ou plusieurs pôles.
- Programme censé être en rupture avec modèle traditionnel, témoigne d'un volontarisme politique élevé, d'une mobilisation et d'une coordination tous azimuts : Etats Généraux de l'Industrie, Conférence Nationale de l'Industrie, création en 2012 nouvelle structure institutionnelle, *Conseil National de l'Industrie (CNI)* présidé par Louis Gallois.
- Difficile de prévoir résultats du PIA, mais l'effort d'investissement en R&D du secteur privé n'a pas varié de 2011 à 2012, à un niveau très faible (1,4% du PIB).

PC et IRT

- **Pôle de Compétitivité (PC)** rassemble entreprises, petites et grandes, laboratoires de recherche et établissements de formation, sur une thématique et un territoire donnés. *Idée*: proximité géographique entre acteurs facilite *spillovers* (externalités de diffusion des connaissances) et la dynamique collaborative. *Vocation PC*: mobiliser patrimoine cognitif collectif d'une région, décloisonner compétences et favoriser développement projets collaboratifs R&D in thématique du pôle. A ce jour, 71 PC répartis sur tout le territoire. Gouvernance assez centralisée: Comité Interministériel de l'Aménagement et du Développement du Territoire (CIADT) décide orientation politique des pôles et labellisations ou dé-labellisations.
- **Institut de Recherche Technologique (IRT)** Structure collaborative recherche privée – recherche publique sur projets anticipant besoins technologiques des industriels et innovations de marché. *Vocation*: développer *innovations rupture*. *Idée*: favoriser valorisation de la recherche publique par l'écosystème du pôle de compétitivité. Suppose masse critique de moyens et de compétences. A ce jour, 8 IRT rattachés à un ou plusieurs PC.

Pôles de compétitivité

- Pôles de compétitivité (créés 2005) élaborent appels à projets (blancs et thématiques) financés par:
 - Fonds unique interministériel (FUI): principal outil de la dynamique *usine à projets*, finance projets budget > 750000 euros et incluant collaboration d'au moins deux entreprises et un organisme public de recherche ou de formation.
 - Collectivités locales
 - OSEO aide sous forme subvention ou/et avance remboursable
 - ANR projets académiques
 - Fonds européen de développement régional (Feder)
 - ADEME projets verts
- Etude économétrique (*Le 4 pages de la DGClS*, avril 2013):
 - 7500 entreprises dans les 71 pôles et 1186 projets financés par FUI entre 2005 et 2012
 - dépense de R & D PME et ETI in PC supérieure de 75 000 euros par an en moyenne (2006-2009) à celle entreprise hors-pôle = 4.5% d'accroissement
 - globalement, supplément dépense totale de R & D de 410 millions d'euros du fait de la participation aux pôles, dont 160 millions d'euros par suite de projets du FUI
 - Une partie de cet accroissement de R & D est directement financée par fonds publics : 30 000 euros /an pour entreprises des pôles et 45000 euros /an pour entreprises projets FUI. Total financement public direct supplémentaire: 161 millions € entreprises pôles, 66 millions entreprises FUI.
 - L'autre partie financement privé: 50 000 euros /an en moyenne pour entreprises in pôles et 55 000 euros pour entreprises FUI. Financement PC \Rightarrow effet de levier > 2. Pour comparer, effet de levier des avances remboursables d'Oséo égal à 1.
 - Excédent net de dépense R&D par rapport au financement public : 249 millions d'euros (410-161) et 94 millions d'euros pour projets FUI (160-66). Pas d'effet d'aubaine mais excédent net n'est pas très élevé (au vu des frais de fonctionnement des pôles)!

Huit IRT en France

- 8 IRT retenus 2011 jury international (budget total $2 \cdot 10^9$ € dont $370 \cdot 10^6$ cash) :
 - [IRT Bioaster](#) à **Lyon** et **Paris**: infectiologie (pôle Lyonbiopôle avec Biomérieux, Sanofi, Danone, Institut Pasteur, etc.) $389 \cdot 10^6$ € dont 89 cash
 - [SystemX](#) à **Saclay**: Ingénierie numérique des systèmes (pôle Systematic) $336 \cdot 10^6$ € dont 46 cash
 - [IRT Nanoélectronique](#) à **Grenoble**: nanoélectronique (pôle Minalogic avec ST-Microelectronics, Soitec, etc.) $300 \cdot 10^6$ € dont 100 cash
 - [IRT AESE](#) à **Toulouse**: aéronautique, espace et systèmes embarqués (pôle Aerospace Valley avec Airbus, Safran, Latécoère, etc.) $295 \cdot 10^6$ € dont 100 cash
 - [IRT Jules Verne](#) à **Nantes**: matériaux composites (pôle EMC2, avec Airbus, STX, DCNS, Alstom, Segula, etc.) $275 \cdot 10^6$ € dont 45 cash
 - [IRT B-COM](#) à **Rennes**: réseaux et infrastructures numériques (pôle Images et réseaux) $131 \cdot 10^6$ € dont 30 cash
 - [IRT Railenium](#) à **Valenciennes, Villeneuve d'Ascq**: infrastructures ferroviaires (pôle I- Trans, avec RFF, Alstom, SNCF, etc.) $125 \cdot 10^6$ € dont 60 cash
 - [IRT M2P](#) à **Metz, Belfort-Montbéliard, Troyes**: matériaux, métallurgie et procédés (pôles de compétitivité Matériaux, Véhicule futur, Microtechniques, Fibres, avec Saint-Gobain, Arcelor- Mittal, etc.) $120 \cdot 10^6$ € dont 20 cash

Appréciations

- Forte accumulation d'outils et d'instruments de soutien à l'innovation en France: conduit à un mille-feuilles institutionnel souvent dénoncé mais jamais abandonné! De plus, si tous les pays industrialisés s'orientent vers les mêmes innovations de rupture technologique, risque que certains y gagnent et d'autres y perdent! Enfin, difficultés à rendre compatibles foisonnement de l'innovation et planification centralisée.
- PC et IRT: logique de cluster = partage des savoirs et compétences complémentaires. Mais selon étude économétrique (Audretsch et al., 2007), entreprises d'un cluster bénéficient bien d'une efficacité accrue / entreprises hors cluster mais ce ne sont pas les externalités de diffusion des connaissances (spillovers) qui sont à l'origine du différentiel mais plutôt l'importance des ressources financières mises en commun.

Appréciations critiques PC et IRT (suite)

- Asymétries régionales maintenues (6 PC en IdF dont 4 mondiaux) . Pilotage complexe de nature interministérielle.
- Equilibre difficile entre trois objectifs: 1. compétitivité économique; 2. attractivité régionale; 3. aménagement du territoire.
- Cofinancements privés dans PC insuffisants. Différence avec Allemagne, où les *Spitzenclusters* (clusters de pointe), ont l'obligation de trouver autant de financement privés que d'abondements publics. En France, l'Etat est la source principale de financement PC et occupe une place importante dans prises de décisions de ces structures.
- Nombre élevé PC (71!) ⇒ faible visibilité ou/et effet de dilution*?
- Pbs non résolus: partage propriété intellectuelle, personnel labos, articulations avec Sociétés d'Accélération de Transfert de Technologie (SATT)...
- Classification ambiguë en 3 catégories : pôles de compétitivité (53), pôles à vocation mondiale (11) et pôles mondiaux (7)**.
Performances différentes?
- Logique PC et IRT ne convient pas in zones conversion industrielle

2. Renouveau des politiques de la recherche et l'innovation en Europe

- Faire l'Europe de la recherche et de l'innovation s'avère plus difficile que construire le marché unique ou une monnaie unique! Faibles moyens d'une part et principe de subsidiarité d'autre part.
- Part des dépenses communautaires (PCRD) dans total des dépenses de R&D en Europe reste faible (7 %), le reste assuré par Etats membres et acteurs privés. Depuis l'échec de l'objectif de Lisbonne*, la Commission Européenne cherche un nouveau cadre pour l'organisation de la R&D communautaire et l'orientation de l'innovation.
- Le nouveau cadre "Horizon 2020" (7 ans à partir de 2014) développe une logique de coordination des politiques de recherche nationales en modifiant l'architecture existante des programmes-cadres antérieurs. Il organise pour cela la recherche et l'innovation communautaire (budget global: 80 milliards d'euros) autour de trois axes pour "*traiter aujourd'hui des solutions aux problèmes qui se poseront demain*".

Les trois axes du programme Horizon 2020

- 1^{er} axe: *Excellence scientifique* : aider l'UE à *conserver une certaine primauté dans la recherche fondamentale et la science* (33% budget):
 - pérennisation du Conseil Européen de Recherche (ERC -- European Research Council),
 - bourses Marie Curie,
 - accès aux grandes infrastructures de recherche et des technologies futures et émergentes (FET -- Future and Emerging Technologies).
- 2^{ème} axe: *Primauté industrielle*: aider l'industrie à *retrouver sa compétitivité par l'innovation* (24 % budget):
 - soutien aux technologies génériques (TIC, nanotechnologies, matériaux avancés, biotechnologies, systèmes de fabrication et de transformation avancés , espace)
 - accès aux financements « risqués », garanties de prêts de la BEI et/ou accès à du capital-risque,
 - soutien spécifique aux PME
- 3^{ème} axe: *Sept sujets de préoccupation majeurs intéressant tous les Européens et présentés comme des défis de société* (> 40 % budget):
 - Santé et bien-être
 - Sécurité alimentaire, défi démographique et bio-économie
 - Energie propre, sûre et efficace
 - Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
 - Mobilité et systèmes urbains durables
 - Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives
 - Sécurité

Logiques des défis de société

1. Défis de société se veulent répondre davantage à une logique de type "demand-pull" que "technology-push".
2. Pour chaque défi, il est réaffirmé que les changements induits par les technologies ne peuvent être atteints
 - sans l'*adhésion* des citoyens à ces objectifs,
 - sans que ne soit restaurée leur *confiance*,
 - sans que ne leur soit préservé l'accès aux *biens publics* ou à des *environnements harmonieux* (biodiversité, paysages, etc.),
 - sans qu'ils ne se voient effectivement assurés des conditions de réalisation des *accomplissements culturels, artistiques, politiques*, accompagnant ces innovations.
3. Place des SHS particulièrement importante in défi 6: "*Sociétés innovantes, intégrant et adaptatives*". Accent sur critères bien être dans la logique rapport Sen-Stiglitz-Fitoussi: les termes de référence ne concernent pas exclusivement PNB par habitant mais ont pour vocation d'émerger plutôt du dialogue démocratique et d'une détermination endogène des objectifs sociaux.
4. Sur les plans de la gouvernance et du financement, Horizon 2020 cherche à harmoniser programmes innovation des pays membres et à exercer effet de levier puissant grâce à partenariats public-privé.

Illustrations

- *Défi 1: Santé et bien être.* Innovations sociales en termes d'usage et de modes de vie. Exemple: formes émergentes d'habitat groupé et autogéré pour 3^{ème} âge (*co-housing* en Suède).
- *Défi 2: Sécurité alimentaire, défi démographique et bio-économie.* Défi alimentaire non réduit à impératif d'assurer un bilan satisfaisant en termes d'apports nutritifs, mais abordé de façon à maintenir *expériences hédonistes* attachées acte de nourriture et partage collectif de cet acte.
- *Défi 3: Energie propre, sûre et efficace.* Comme le projet du MIT (Energy Initiative), ce défi est censé mobiliser l'histoire environnementale, l'économie, le management, la sociologie, etc. Accent sur les modalités sociales, économiques, informationnelles, etc. du passage d'un modèle étatique centralisé à un modèle disséminé et localisé (éolien, solaire, biomasse, pompes à chaleur, etc.). Quelle période de récupération retenir lorsque les marchés n'existent pas encore (biocarburants)?
- *Défi 4: Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique.* Incitations favorisant consommation responsable et mesures permettent de rendre supportable diminution de consommation d'énergie dans l'habitat et les transports.

Les défis de société (Horizon 2020, suite)

- *Défi 5: Mobilité et systèmes urbains durables.* Comment décongestionner les villes? Impacts dynamique urbaine héritée de l'histoire.
- *Défi 6: Sociétés innovantes, intégrantes et adaptatives.* Domaine privilégié où SHS doivent contribuer à infléchir direction des innovations: bases de données européennes actualisées, échange et mobilité des chercheurs et doctorants, accession infrastructures de recherche en réseau, patrimoine culturel matériel et immatériel numérisé, mise en valeur variétés paysages et styles de vie, etc.
- *Défi 7: Sécurité.* Non focalisation sur conception exclusivement utilitariste sécurité (intégrité physique des personnes et des biens). Elargissement recherches dans deux directions: 1/ comment intégrer l'hétérogénéité du monde ambiant? 2/ comment modifier les attitudes face au risque, dont le principe de précaution constitue une forme extrême qui s'apparente parfois à un obstacle à la connaissance et à l'innovation?

En guise de conclusion

1. De même que 1^{ère} et 2^{ème} révolutions industrielles ont été caractérisées par une co-évolution maîtrisée de la science et de la technologie, la 3^{ème} révolution contemporaine semble plus marquée par la recherche d'une correspondance entre, d'une part, l'évolution des écosystèmes des domaines des TIC et des biotechnologies avec leur immense potentiel d'innovations respectives et, d'autre part, la perception de nécessaires transformations sociétales entendues au sens du "comment mieux vivre ensemble". D'une part, les potentialités technologiques permettent de reposer la question du "mieux vivre ensemble « ; d'autre part, cette question devrait alimenter à son tour les choix en termes de *direction des innovations*. Plus que le rythme des innovations, c'est à présent leur direction qui importe.
2. La direction des innovations est notamment affectée par la manière dont les pouvoirs publics influencent le fonctionnement de l'économie de marché. De ce point de vue, les différences entre le système national d'innovation en France et en Allemagne sont fortes. Le pouvoir central a un rôle beaucoup plus grand en France (au sens stratégique, dans la tradition Colbertiste) qu'en Allemagne, où les prérogatives des Länder, établies de longue date, conduisent à plus de décentralisation.

Conclusion (suite)

3. Idées reçues sur le rôle des innovations à l'origine d'un progrès technique déplaçant la frontière de production sont à nuancer. Ce sont les innovations d'autonomisation, à la fois inductrices d'emplois et porteuses d'un progrès individuel et social perçus, qui permettent ce déplacement, progrès dont la nature et la mesure doivent être définis par les acteurs de la société eux-mêmes.
4. *Défis de société* in programme Horizon 2020 ne constituent pas seulement un découpage par thèmes. Ils invitent à réflexion sur les dynamiques sociétales induites par l'économie de la connaissance. Comment les pays membres intégreront-ils leur propre système national d'Innovation avec le schéma européen? C'est là vraisemblablement un des plus grands défis, notamment en France!